



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 54 545 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 16 C 33/62
C 22 C 38/18

②1 Aktenzeichen: 196 54 545.5
②2 Anmeldetag: 27. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 3. 7. 97

DE 196 54 545 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
29.12.95 JP 95-353789

⑦1 Anmelder:
Minebea K.K., Nagano, JP

⑦4 Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑦2 Erfinder:
Obara, Rikuro, Nagano, JP; Daikuhara, Yutaka,
Nagano, JP

⑤4 Reibungsfreies Lager

⑤7 Reibungsfreies Lager, mit einer Mehrzahl von Wälzkörpern, die in Laufrillen angeordnet sind, die in einem Außenring und einem Innenring geformt sind, wobei zumindest entweder der Außenring oder der Innenring aus einem martensitischen, rostfreien Stahl hergestellt ist, der im wesentlichen in Gewichtsprozent besteht aus 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Magnesium, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen sind, wobei der rostfreie Stahl eine Härte von HRC 85 oder mehr aufweist, aus eutektischen Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger besteht, und einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger aufweist.

Um eine ausgezeichnete Laufruhe des reibungsfreien Lagers zu schaffen, sind der Außen- und Innenring aus einem rostfreien Stahl hergestellt, der eine homogene und dichte Struktur aufweist und bei dem die darin enthaltenen eutektischen Karbidteilchen in den Abmessungen verringert werden und die Erzeugung nichtmetallischer Substanzen auf ein extrem niedriges Niveau herabgesenkt wird.

DE 196 54 545 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 97 702 027/548

5/23

Beschreibung

Die Erfindung betrifft reibungsfreie Lager, und insbesondere reibungsfreie Lager, die für sich drehende Teile von Präzisionsvorrichtungen verwendet werden.

Ein herkömmliches reibungsfreies Lager weist einen Innenring, einen Außenring und Wälzkörper auf. Diese Bauelemente sind herkömmlich aus ein und demselben Werkstoff hergestellt. Als Werkstoff werden hochlegierter Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl und martensitischer rostfreier Stahl nach der Güte "SUS440C" (JIS-Norm) verwendet, wobei rostfreier Stahl für reibungsfreie Lagerteile verwendet wird, die eine Korrosionsbeständigkeit aufweisen müssen.

Rostfreier Stahl ist ausreichend korrosionsbeständig. Der rostfreie Stahl enthält jedoch solche Teilchen mit großem Durchmesser, wie eutektische Karbide, die durch eutektische Reaktionen erzeugt werden, die während des Erstarrens der Stahlschmelze stattfinden, und Aluminiumoxid und andere nichtmetallische Substanzen, die als Ergebnis der chemischen Reaktionen von Verunreinigungen erzeugt werden, die in dem Rohmaterial der Stahlschmelze enthalten sind. Derartige eutektische Karbide und nichtmetallische Substanzen führen vom Stahl-Gefügebau her zu unterschiedlichen Stahleigenschaften hinsichtlich spanender Bearbeitbarkeit und ermöglichen kein hochgenaues spanendes Bearbeiten des Stahls. Insbesondere machen sie eine hochgenaue Endbearbeitung der Laufrillen an dem Außen- und Innenring der reibungsfreien Lager unmöglich. Folglich ist es nicht möglich, die Rundlaufgenauigkeit zu verbessern, wobei laute Geräusche durch Schwingungen erzeugt werden, die aufgrund der Rotation auftreten. Daher ist es unmöglich, diesen rostfreien Stahl für sich drehende Teile von Präzisionsvorrichtungen, wie Präzisionsmeßinstrumenten oder Computer-Peripherievorrichtungen, zu verwenden.

Um die Fertigungsgenauigkeit des rostfreien Stahls bei der Verwendung für reibungsfreie Lager nach dem Stand der Technik zu verbessern, wird der Durchmesser der eutektischen Karbidteilchen durch eine Wärmebehandlung beim Stahlherstellungsvorgang verringert, zum Beispiel auf etwa 10 µm. Es ist jedoch kein rostfreier Stahl erhältlich, wobei die Erzeugung von nichtmetallischen Substanzen weitgehend unterdrückt ist. Jedenfalls ist es nicht möglich, hochgenaue reibungsfreie Lager herzustellen.

Ein Ziel der Erfindung ist es, ein reibungsfreies Lager mit einer ausgezeichneten Laufruhe durch Herstellung seines Außen- und Innenrings aus rostfreiem Stahl zu schaffen, der eine homogene und dichte Struktur aufweist und bei dem eutektische Karbidteilchen, die in dem Stahl enthalten sind, in den Abmessungen verringert werden und die Erzeugung nichtmetallischer Substanzen in dem Stahl auf ein extrem niedriges Niveau herabgesenkt wird.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist nach einem ersten Aspekt der Erfindung ein reibungsfreies Lager vorgesehen, mit Wälzkörpern, die in Laufrillen angeordnet sind, die in einem Außenring und einem Innenring geformt sind, wobei zumindest entweder der Außenring oder der Innenring aus einem martensitischen, rostfreien Stahl hergestellt ist, der im wesentlichen in Gewichtsprozent besteht aus 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Magnesium, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen sind, wobei der rostfreie Stahl eine Härte von HRC 85 oder mehr aufweist, aus eutektischen Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger besteht, und einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger aufweist.

Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein reibungsfreies Lager vorgesehen, mit einer Welle, die eine Laufrille in ihrer äußeren Umfangsfläche aufweist, einem Außenring, der eine Laufrille in seiner inneren Umfangsfläche aufweist, und einer Mehrzahl von Wälzkörpern, die in den Laufrillen der Welle und des Außenrings angeordnet sind, wobei zumindest entweder die Welle oder der Außenring aus einem martensitischen, rostfreien Stahl hergestellt ist, der im wesentlichen in Gewichtsprozent besteht aus 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Magnesium, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbar eingelagerte Verunreinigungen sind, wobei der rostfreie Stahl eine Härte von HRC 85 oder mehr aufweist, aus eutektischen Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger besteht, und einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger aufweist.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Wälzkörper aus hochlegiertem Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl hergestellt.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt, aus dem eine Ausführungsform eines reibungsfreien Lagers ersichtlich ist.

Fig. 2 einen Schnitt, aus dem eine andere Ausführungsform des reibungsfreien Lagers ersichtlich ist.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 einen Außenring, der eine Laufrille 1a aufweist, die in der inneren Umfangsfläche geformt ist, und das Bezugszeichen 2 bezeichnet einen Innenring, der eine Laufrille 2a aufweist, die in der äußeren Umfangsfläche geformt ist. Eine Mehrzahl von Kugeln 3 sind als Wälzkörper zwischen den Laufrillen des Innen- und Außenrings angeordnet.

Bei diesem Beispiel sind der Außenring 1 und der Innenring 2 des Kugellagers aus einem besonderen rostfreien Stahl hergestellt, wie oben beschrieben ist, wobei die Kugeln 3 aus einem hochlegierten Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl hergestellt sind.

Der rostfreie Stahl, aus dem der Außenring 1 und der Innenring 2 hergestellt sind, weist in Gewichtsprozent auf: 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Mangan, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen sind. Der rostfreie Stahl weist eine Härte von HRC 58 oder mehr auf, enthält eutektische Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger, wie sie durch den Wärmebehandlungsvorgang gebildet werden, und weist einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger auf.

Der Titangehalt des rostfreien Stahls wird auf 10 ppm oder weniger unter Verwendung eines Rohmaterials

mit einem extrem niedrigen Gehalt an Titan als Beimengung gebracht, und daher wird die Erzeugung von nichtmetallischen Substanzen, die aus Titan bestehen, wie Titanitrid, das durch Verbindung von Titan und Stickstoff in der Stahlschmelze erzeugt wird, auf ein extrem niedriges Niveau herabgesenkt.

Bei dem Vorgang der Herstellung des rostfreien Stahls gemäß der Erfindung wird der Sauerstoffgehalt des rostfreien Stahls auf 10 ppm oder weniger durch Verlängerung der Zeitdauer für das Entweichen der Gase aus der Stahlschmelze reduziert. Auf diese Weise wird auch die Erzeugung von nichtmetallischen Substanzen, wie Aluminiumoxid, das durch Verbindung einer geringen Menge an Aluminium, das in dem Rohmaterial des rostfreien Stahls enthalten ist, und Sauerstoff entsteht, verhindert. Ebenso wird die Erzeugung von Siliziumnitrid, das durch Verbindung von Silizium aus dem Rohmaterial und Stickstoff erzeugt wird, auf ein extrem niedriges Niveau herabgesenkt.

Da der rostfreie Stahl, aus dem der Außen- und Innenring des Kugellagers bestehen, wie oben beschrieben ist, eutektische Karbidteilchen mit kleinem Durchmesser aufweist und ein extrem niedriges Niveau von erzeugten nichtmetallischen Substanzen enthält, weist der rostfreie Stahl eine homogene und dichte metallische Struktur auf und ermöglicht eine hochgenaue maschinelle Fertigung, wodurch eine Verbesserung der Laufruhe und der Rotationsgenauigkeit des Kugellagers ermöglicht wird.

Aus der untenstehenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse von Versuchen ersichtlich, die an einem Kugellager nach dieser Ausführungsform der Erfindung durchgeführt wurden, um Schwingungen und Geräusche (oder die Laufruhe) zu bestimmen. Die Versuche wurden in Übereinstimmung mit den AFBMA-Normen (Anti-Friction Bearing Manufacturing Association, Inc.) durchgeführt. Die Tabelle zeigt auch zum Vergleich die Ergebnisse der Versuche, die an einem Kugellager aus herkömmlichem rostfreiem Stahl nach der Güte "SUS440C" (JIS-Normen) durchgeführt wurden. Die Versuchsergebnisse sind als Andelson-Werte gezeigt.

Wie bei dem Kugellager gemäß der Erfindung wurde bei dem Kugellager aus rostfreiem Stahl nach dem Stand der Technik der hochlegierte Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl für die Kugeln verwendet.

Tabelle 1

	Andelson-Wert	
	M	H
Kugellager aus rostfreiem Stahl gemäß der Erfindung	0,270	0,200
Kugellager aus rostfreiem Stahl nach dem Stand der Technik	0,473	0,418

In Tabelle 1 sind die Spalten der Andelson-Werte M und H jeweils Meßfrequenzbereichen zugeordnet, wobei die Spalte M einem mittleren Frequenzbereich (300 bis 1,800 Hz) und die Spalte H einem hohen Frequenzbereich (1,800 bis 10,000 Hz) zugeordnet ist. Wie ersichtlich ist, sind bei dem kleineren Andelson-Wert die Schwingungen und die Geräusche geringer und die Laufruhe höher.

Aus Fig. 2 ist eine andere Ausführungsform der Erfindung ersichtlich, bei der eine Mehrzahl von Kugeln in einer inneren Laufrille 4a, die an der äußeren Umfangsfläche einer Welle 4 ausgebildet ist, und in einer äußeren Laufrille 1a vorgesehen sind, die an der inneren Umfangsfläche eines Außenrings 1 ausgebildet ist.

Wie bei der oben genannten ersten Ausführungsform, die aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind bei dieser Ausführungsform der Außenring 1 und die Welle 4 aus dem oben genannten rostfreien Stahl hergestellt, wobei die Kugeln 3 aus hochlegiertem Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl hergestellt sind.

Bei der oben genannten ersten Ausführungsform wurden sowohl der Außenring 1 als auch der Innenring 2 und bei der zweiten Ausführungsform sowohl der Außenring 1 als auch die Welle 4 aus dem rostfreien Stahl hergestellt. In Abhängigkeit von der Verwendung können jedoch nur eines der beiden Bauelemente (d. h., der Außenring 1 und der Innenring 2 oder der Außenring 1 und die Welle 4), bei dem eine hohe Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Tragfähigkeit erforderlich ist, aus dem rostfreien Stahl hergestellt sein, während der andere Ring aus hochlegiertem Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl ist.

Der rostfreie Stahl für reibungsfreie Lager gemäß der Erfindung mit der oben genannten Zusammensetzung weist folgende Funktionen und Wirkungen auf. Da der Titan- und Sauerstoffgehalt des rostfreien Stahls auf jeweils 10 ppm oder weniger gebracht wird, während die Erzeugung von nichtmetallischen Substanzen auf ein extrem niedriges Niveau herabgesenkt wird, weist der rostfreie Stahl eine homogene und dichte Struktur auf und ermöglicht eine hochgenaue Endbearbeitung der Laufrillen, wenn der rostfreie Stahl als Werkstoff für das reibungsfreie Lager verwendet wird, wodurch eine erhebliche Verbesserung der Lauf ruhe und der Rundlaufgenauigkeit des reibungsfreien Lagers ermöglicht wird.

Die nichtmetallischen Substanzen, die in dem herkömmlichen rostfreien Stahl enthalten sind, sind hart im Vergleich zu dem Stahl, in welchem sie eingebettet sind, wodurch bei herkömmlichem rostfreiem Stahl die nichtmetallischen Substanzen, die an der Oberfläche der Laufrillen des reibungsfreien Lagers vorliegen, eine Abnutzung der Oberfläche der Wälzkörper bewirken. Bei dem rostfreien Stahl gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Werkstoff für das reibungsfreie Lager werden im Gegensatz dazu extrem wenig nichtmetallische Substanzen erzeugt, wodurch die Wälzkörper weniger abgenutzt werden und die Lebensdauer der reibungsfreien Lager verlängert werden kann.

Darüberhinaus können, da der Außen- und Innenring und die Welle, die die Laufflächen des reibungsfreien Lagers aufweisen und korrosionsbeständig sind, aus rostfreiem Stahl hergestellt sind, die Wälzkörper, die an der Innenseite des Lagers vorgesehen sind und keine Korrosionsbeständigkeit aufweisen müssen, aus dem hochlegierten Kohlenstoff-Chrom-Lagerstahl hergestellt sein, der maschinell leicht hochgenau bearbeitet werden kann und im Vergleich zu dem rostfreien Stahl preiswerter ist, wodurch eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, Rundlaufgenauigkeit und Laufruhe geschaffen wird und auch die Kosten im Vergleich zu einem reibungsfreien Lager, bei dem alle Teile aus rostfreiem Stahl hergestellt sind, verringert werden.

Patentansprüche

1. Reibungsfreies Lager, mit einer Mehrzahl von Wälzkörpern (3), die in Laufrillen (1a, 2a) angeordnet sind, die in einem Außenring (1) und einem Innenring (2) geformt sind, wobei zumindest entweder der Außenring (1) oder der Innenring (2) aus einem martensitischen, rostfreien Stahl hergestellt ist, der im wesentlichen in Gewichtsprozent besteht aus 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Magnesium, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen sind, wobei der rostfreie Stahl eine Härte von HRC 85 oder mehr aufweist, aus eutektischen Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger besteht, und einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger aufweist.

2. Reibungsfreies Lager, mit einer Welle (4), die eine Laufrille (4a) in ihrer äußeren Umfangsfläche aufweist, einem Außenring (1), der eine Laufrille (1a) in seiner inneren Umfangsfläche aufweist, und einer Mehrzahl von Wälzkörpern (3), die in den Laufrillen (4a, 1a) der Welle (4) und des Außenrings (1) angeordnet sind, wobei zumindest entweder die Welle (4) oder der Außenring (1) aus einem martensitischen, rostfreien Stahl hergestellt ist, der im wesentlichen in Gewichtsprozent besteht aus 0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 10,5 bis 13,5% Chrom, 1,0% oder weniger Silizium und 0,3 bis 0,8% Magnesium, wobei der Rest der Zusammensetzung Eisen und unvermeidbar eingelagerte Verunreinigungen sind, wobei der rostfreie Stahl eine Härte von HRC 85 oder mehr aufweist, aus eutektischen Karbidteilchen mit einem Durchmesser von 10 µm und weniger besteht, und einen Sauerstoff- und Titangehalt von jeweils 10 ppm oder weniger aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1 *

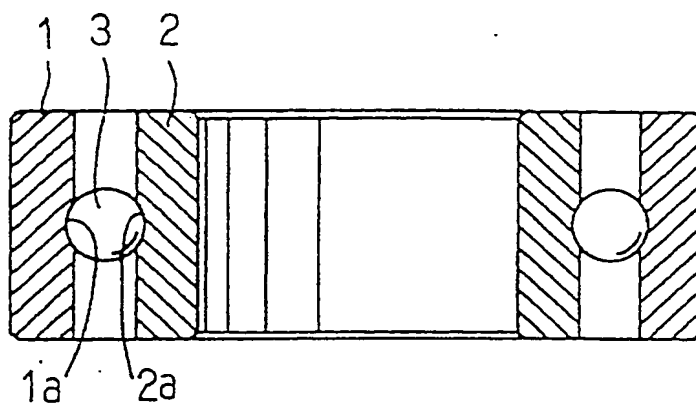
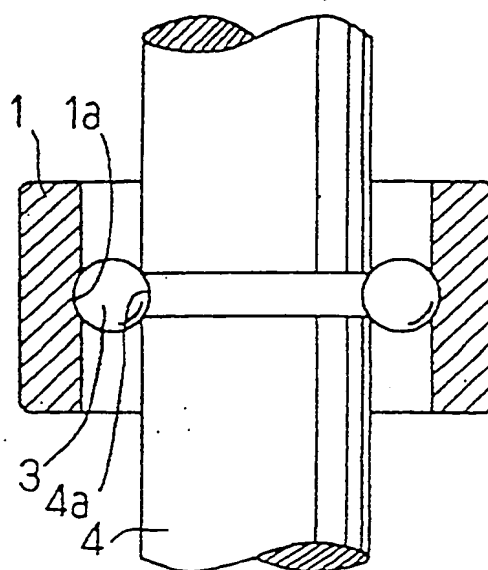


FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY

702 027/546

THIS PAGE BLANK (USPTO)